

HET HOLOCENE PALEOMILIEU VAN DE ZUIDWESTELIJKE ZWARTE ZEE: EEN RECONSTRUCTIE AAN DE HAND VAN DINOFLAGELLATENCYSTEN EN ANDERE PALYNOMORFEN

Verleye Thomas

Onderzoekseenheid Paleontologie, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Universiteit Gent, Krijgslaan 281 (S8), 9000 Gent, Belgium
E-mail: thomas.verleye@ugent.be

Opmerking: Ouderdommen in abstract zijn niet gecalibreerd, in de Masterscriptie wordt wel naar gecalibreerde ouderdommen verwezen! Deze aanpassing werd in acht genomen wegens problemen met het reservoir effect in de Zwarte Zee (Marret et al., 2009). Voor verdere informatie aangaande de dateringen van de aangewende kern wordt verwezen naar Lamy et al. (2006) en Kwiecien et al. (2008).

Tijdens het Holoceen werd de Zwarte Zee, oorspronkelijk een zoet/brakwatermeer, gekenmerkt door een opvallende saliniteitstoename. Dit was het gevolg van de herverbinding met de Middellandse Zee via de Straat van Bosporus, de Marmara Zee en de Dardanellenstraat (*Marmara Sea Gateway*). Het aantal studies betreffende deze herverbinding steeg exponentieel na de publicatie van de zogenaamde 'Noah's Flood Hypothesis' door Ryan *et al.* (1997). Deze studie veronderstelde een catastrofale heropvulling van de Zwarte Zee met zout water, resulterend in een snelle stijging van zowel de saliniteit als de waterspiegel (Ryan and Pitman, 1998). Deze hypothese werd weerlegd door de 'Outflow Hypothesis' geïntroduceerd door Aksu *et al.* (2002), welke een uitstroom van zoet/brak water veronderstelde van de Zwarte Zee naar de Marmara Zee voordat het globale zeeniveau de Bosporus sill-diepte bereikte. Deze hypothese veronderstelt een geleidelijke saliniteitstoename en een langzame zeespiegelstijging (na de herverbinding) gelijk met deze van de oceanen.

De door ons aangewende proxy, teneinde een beter zicht te krijgen op de herverbinding tussen de Zwarte Zee met de Marmara Zee, zijn dinoflagellatencysten. Dinoflagellaten zijn ééncellige organismen met een grootteorde tussen de 15 en 200 µm. Onder de planktonische dinoflagellaten komen enerzijds meroplanktonische (planktonisch actief haploïd stadium, diploïd stadium hoofdzakelijk als cyste) en anderzijds holoplanktonische soorten (in beide stadia planktonisch actief) voor. Het cystestadium vertegenwoordigt meestal een rustperiode, vandaar de term *resting cyst* of hypnozygote. Dinoflagellatencysten zijn gekend als belangrijke paleomilieu-indicatoren, en verschaffen informatie over saliniteit-, temperatuur- en productiviteitsvariaties. Deze veranderingen komen tot uiting in wijzigingen van de cystenassemblages en door morfologische aanpassingen van bepaalde species (vb. *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*). Deze species vertonen immers een variabele uitsteeksellengte als reactie op een wijzigende saliniteit/temperatuur ratio (Mertens *et al.*, 2009), waarbij lage saliniteitswaarden resulteren in korte uitsteeksels of uitsteeksels met bolvormige uiteinden (Lewis and Hallett, 1997). Bij een constante temperatuur (saliniteit) is men in staat saliniteit (temperatuur) te reconstrueren gebaseerd op uitsteeksellengte variaties. Daar de saliniteitswijzigingen in de Zwarte Zee tijdens het Holoceen van een ongeziene grootteorde zijn kunnen we stellen dat de uitsteeksellengtes hier voornamelijk variaties in saliniteit zullen weerspiegelen.

Het voornaamste doel van deze studie was het bepalen van het tijdstip en het tempo van de herverbinding tussen de Zwarte Zee en de Marmara Zee. Hiervoor werd kern GeoB 7625-2 (41°26.7'N; 31°04.0'E) aangewend. Deze kern is aangeboord op zo'n 50 km ten noordoosten van de monding van de Sakarya rivier en ~150 km ten oosten van de Bosporusstraat. Het diepte-ouderdom model van kern GeoB 7625-2 is gebaseerd op een visuele correlatie tussen de ¹⁴C-AMS gedateerde nabijgelegen kernen GeoB 7622-2 (0-624 cm; correlatie gebaseerd op lamina) en MD04-2760 (624-725 cm; correlatie gebaseerd op Calcium record). Tussen de top van de kern (0.52 ka BP) en 622 cm (7.42 ka BP) werd de kern bemonsterd met een resolutie van ~200 jaar. Het dieper gedeelte van de kern (tot 680 cm; 10.74 ka BP) werd bemonsterd met een variabele resolutie, rekeninghoudend met het belang van bepaalde tijdsintervallen teneinde een eenduidige conclusie te formuleren.

Vijf belangrijke opeenvolgende dinoflagellatencysten zones konden onderscheiden worden waarbij de overgang tussen Zone 1 en 2 te wijten is aan een sterke saliniteitsverandering. Zone 1 komt voor van de basis van de kern tot 8.08 ka BP en wordt gekenmerkt door de dominantie van de stenohaline zoet- tot brakwatertaxa *Pyxidnopsis psilata* en *Spiniferites cruciformis*. Gebaseerd op

de huidige voorkomens van beide species schatten we dat de saliniteit van de oppervlaktewateren een waarde tussen 7 en 12 psu vertoonde vóór 8.08 ka BP. De afname van *Pyxidinosopsis psilata* doorheen Zone 1 wordt gecompenseerd door een toename van *Spiniferites cruciformis* en is mogelijks te wijten aan opwarming tijdens dit tijdsinterval. Het eerste voorkomen van de euryhaline species *Operculodinium centrocarpum* en *Spiniferites* spp. (exclusief *Spiniferites cruciformis*) op 8.25 ka BP is hoogstwaarschijnlijk gerelateerd aan de initiële herverbinding met de Marmara Zee. Tussen 8.08 en 7.97 ka BP vond een sterke afname plaats van zoet/brakwater species van 60% naar 5% van de totale dinoflagellatencysten assemblage. Dit duidt op een duidelijke verandering in het milieu. De korte uitsteeksellengtes van zowel de *Spiniferites* species als *Lingulodinium machaerophorum* wijzen op een lage saliniteit rond deze tijd.

Een vergelijking met de kern M02-45 (Marret *et al.*, 2009), ten westen van de Bosporus, duidt op een diachronisme in de verzilting van de Zwarte Zee. De verzilting van de regio rond de monding van de Sakarya rivier blijkt zo'n 600 jaar eerder te zijn gebeurd in vergelijking met de regio ten westen van de Bosporus (althans op de ondiepe shelf). Dit impliceert dat er geen catastrofale intrusie van marien water in de Zwarte Zee heeft plaatsgevonden. De reden voor de vroegere verzilting te oosten van de Bosporus, samen met de kortere overgangperiode van zoet/brak water naar meer saline waters in vergelijking met de regio te westen van de zee-engte, kan te wijten zijn aan de oostwaarts stromende zoute waterpluim vanuit de Bosporusstraat. Deze saline waters beïnvloeden zo rechtstreeks ons studiegebied. Een niet-catastrofale herverbinding wordt tevens bekrachtigd door de geleidelijke toename van de uitsteeksellengtes van *Lingulodinium machaerophorum* tussen 8.25 en 4.12 ka BP.

Tijdens het Holoceen worden de hoogste relatieve abundanties van *Lingulodinium machaerophorum* waargenomen tijdens periodes met lage rivierinput, terwijl het omgekeerde geldt voor *Spiniferites* spp. en cysten van *Pentaparsodinium dalei*. Deze laatste zijn in vergelijking met andere cysten vaak slecht bewaard, wat zou kunnen wijzen op transport van de shelfgebieden tijdens periodes met een hoger rivierdebiet. De hogere cystenconcentraties tijdens periodes van lagere rivierinput zijn niet hoofdzakelijk het resultaat van een hogere productiviteit maar kunnen tevens het resultaat zijn van een lagere terrigene input. Door het anoxische milieu, welke leidt tot een betere preservatie (o.a. Toth en Lerman, 1977; Reimers en Suess, 1983; Emerson, 1985), kan een lagere sedimentatiesnelheid leiden tot een vertekende toename van de cystenconcentratie, en dus mogelijks verkeerdelijk geïnterpreteerd worden als een verandering in productiviteit.

Verder heeft deze studie geen duidelijk verband aangetoond tussen de saliniteitsvariaties in ons studiegebied en veranderingen in de debieten van de Sakarya rivier (*clay layer frequency curve*; Lamy *et al.*, 2006). Dit impliceert dat de veranderingen in saliniteit onder andere het resultaat zijn van oceanografische veranderingen zoals de niet constante doorstroom van zout water van de Marmara Zee naar de Zwarte Zee. Tevens kan de saliniteit beïnvloed worden door veranderingen in de totale input van zoetwater in de Zwarte Zee door regenval (gerelateerd met NAO/AO cycli) en grote stromen zoals de Donau, Dnjepr en Dnjestr. We dienen hier echter tevens te vermelden dat de *clay layer frequency curve*, welke de terrigene input voorstelt, tevens beïnvloed kan zijn door tektonische activiteit zoals aardbevingen en landverschuivingen.

Referenties

- Aksu A.E., R.N. Hiscott, P.J. Mudie, A. Rochon, M.A. Kaminski, T. Abrajano and D. Yaşar. 2002. Persistent Holocene outflow from the Black Sea to the Eastern Mediterranean contradicts Noah's Flood hypothesis. *GSA Today* 12:4-9.
- Emerson S. 1985. Organic carbon preservation in marine sediments. p.78-87. In: The carbon cycle and atmospheric CO₂-. Natural variations Archean to present. Sunquicst E.T. and W.S. Broecker (Eds). American Geophysical Union.
- Kwiecien O., H.W. Arz, F. Lamy, S. Wulf, A. Bahr, U. Röhl and G.H. Haug. 2008. Estimated reservoir ages of the Black Sea since the last glacial. *Radiocarbon* 50:99-118.
- Lamy F., H.W. Arz, G.C. Bond, A. Bahr and J. Pätzold. 2006. Multicentennial-scale hydrological changes in the Black Sea and northern Red Sea during the Holocene and the Arctic/North Atlantic Oscillation. *Paleoceanography* 21:PA1008, doi:10.1029/2005PA001184.
- Lewis J. and R. Hallett. 1997. *Lingulodinium polyedrum* (*Gonyaulax polyedra*) a blooming dinoflagellate. *Oceanography Marine Biology, an Annual Review* 35:97-161.

- Marret F., P. Mudie, A. Aksu and R.N. Hiscott. 2009. A Holocene dinocyst of a two-step transformation of the Neoeuxinian brackish water lake into the Black Sea. *Quaternary International* 197:72-86.
- Mertens K.N., S. Ribeiro, I. Bouimetarhan, H. Caner, N. Combourieu Nebout, B. Dale, A. De Vernal, M. Ellegaard, M. Filipova, A. Godhe, E. Goubert, K. Grøsfjeld, U. Holzwarth, U. Kotthoff, S.A.G. Leroy, L. Londeix, F. Marret, K. Matsuoka, P.J. Mudie, L. Naudts, J.L. Peña-Manjarrez, A. Persson, S.-M. Popescu, V. Pospelova, F. Sangiorgi, M.T.J. Van Der Meer, A. Vink, K.A.F. Zonneveld, D. Vercauteren, J. Vlassenbroeck and S. Louwye. 2009. Process length variation in cysts of a dinoflagellate, *Lingulodinium machaerophorum*, in surface sediments: Investigating its potential as salinity proxy. *Marine Micropaleontology* 70:54-69.
- Reimers C. and E. Suess. 1983. The partitioning of organic carbon fluxes and sedimentary organic matter decomposition rates in the ocean. *Marine Chemistry* 13:141-168.
- Ryan W.B.F., W.C. Pitman III, C.O. Major, K. Shimkus, V. Moskalenko, J.A. Jones, P. Dimitrov, N. Görür, M. Sakinç and H. Yüce. 1997. An abrupt drowning of Black Sea shelf. *Marine Geology*, 138:119-126.
- Ryan W.B.F. and W.C. Pitman III. 1998. Noah's Flood: the new scientific discoveries about the event that changes history. Simon and Schuster, New York, 319p.
- Toth D. and A. Lerman. 1997. Organic matter reactivity and sedimentation rates in the ocean. *American Journal of Science* 277:465-485.